



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년12월06일
(11) 등록번호 10-0782876
(24) 등록일자 2007년11월30일

(51) Int. Cl.

H05H 1/34 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2005-0024705

(22) 출원일자 2005년03월24일

심사청구일자 2005년03월24일

(65) 공개번호 10-2006-0102777

(43) 공개일자 2006년09월28일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020030041217 A

JP11347342 A

KR1020040026773 A

(73) 특허권자

한국기계연구원

대전 유성구 장동 171번지

(72) 발명자

송영훈

대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 303동
1501호

차민석

대전광역시 유성구 전민동 청구나래아파트 104동
606호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

진용석

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 정종한

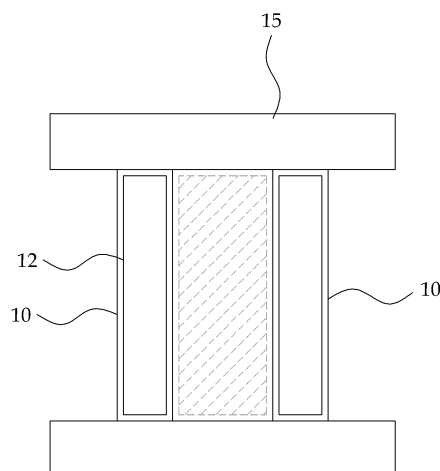
(54) 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기

(57) 요약

본 발명은 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 유해가스 유동의 압력손실을 최소화 하고 유동의 흐름 방향에 영향을 받지 않으며 많은 처리 유량 대비 낮은 플라즈마 전력소모를 필요로 하는 가스처리 시스템에 적용 가능한 저 압력손실 및 저 에너지 밀도를 위한 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기에 관한 것이다.

이에 따라 본 발명에 의하여 유전체 장벽 방전방식의 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기에 의한 유동압력 손실을 현저하게 감소시킬 수 있으며, 세라믹 재질과 금속전극이 공기층 없이 완전 밀착 접합되어 세라믹과 금속 전극사이의 방전 현상에 의한 유전체의 파괴나 금속전극의 산화 등 손상요인을 근본적으로 차단하며, 세라믹 전극봉을 일정 운전시간 간격으로 회전 시킬 수 있어 전체적인 반응기의 내구성 향상을 꾀할 수 있다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

이재욱

대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 304동
1108호

김관태

대전광역시 서구 월평동 한아름아파트 106동 1405
호

신완호

충청북도 청주시 상당구 대성동 우성아파트 103동
202호

김석준

대전광역시 서구 월평동 누리아파트 106동 401호

김홍식

대구 북구 동천동 913번지 영남네오빌아파트 101동
1207호

특허청구의 범위

청구항 1

동일한 중심상에서 이격되게 설치되어 다수의 층을 형성하며 통공을 가지는 세라믹 전극봉(10)과;

상기 세라믹 전극봉(10)의 양단에 위치하여 상기 세라믹 전극봉(10)을 고정하는 전극봉 고정 구조물(15)과;

상기 세라믹 전극봉(10)에 전원을 인가하기 위해 전극리드;를 포함하여 구성하되,

상기 세라믹 전극봉(10)은 세라믹 튜브(11) 내주면에 금속전극(12)을 도포하고, 도포된 금속전극(12)의 내주면에 금속전극(12)의 부식, 산화를 방지하도록 글래스층(13)을 코팅 형성하며, 전원을 인가하기 위해 세라믹 전극봉(10) 일단의 통공에 전극캡(14)이 압입하여 내삽하되, 상기 전극캡(14)이 이웃하는 세라믹 전극봉(10)과 아아크 발생을 방지하기 위해 서로 반대 방향으로 엇갈려 압입되며, 상기 전극캡(14)이 압입되지 않은 타단에는 세라믹캡(14a)을 압입하여 내삽하고,

상기 전극리드는 전원을 인가하기 위해 상기 금속전극(12)에 전기적으로 연결되는 것을 특징으로 하는 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기.

청구항 2

동일한 중심상에서 이격되게 설치되어 다수의 층을 형성하는 세라믹 전극봉(10)과;

상기 세라믹 전극봉(10)의 양단에 위치하여 상기 세라믹 전극봉(10)을 고정하는 전극봉 고정 구조물(15)과;

상기 세라믹 전극봉(10)에 전원을 인가하기 위해 전극리드;를 포함하여 구성하되,

상기 세라믹 전극봉(10)은 세라믹 튜브(11) 외주면에 홈이 형성되고, 상기 홈에 금속 페이스트가 인쇄되며, 상기 인쇄된 금속 페이스트 외측에 금속 페이스트가 노출되지 않도록 홈보다 넓게 글래스 페이스트를 인쇄하여 형성되며, 상기 전극리드는 전원을 인가하기 위해 상기 금속 페이스트에 전기적으로 연결되는 것을 특징으로 하는 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기.

청구항 3

동일한 중심상에서 이격되게 설치되어 다수의 층을 형성하는 세라믹 전극봉(10)과;

상기 세라믹 전극봉(10)의 양단에 위치하여 상기 세라믹 전극봉(10)을 고정하는 전극봉 고정 구조물(15)과;

상기 세라믹 전극봉(10)에 전원을 인가하기 위해 전극리드;를 포함하여 구성하되,

상기 세라믹 전극봉(10)은 세라믹 봉(21) 또는 세라믹 튜브(11) 외주면에 금속 페이스트를 인쇄하고, 상기 인쇄된 금속 페이스트 외주면에 그린 쉬트(22)가 인쇄되어 형성되며, 상기 전극리드는 전원을 인가하기 위해 상기 금속 페이스트와 전기적으로 연결되고,

상기 전극봉 고정구조물(15)은 세라믹 전극봉(10) 양단에 회전 지지하도록 부착되는 베어링을 포함하여 구성되며, 상기 세라믹 전극봉(10)의 일단에는 기어(17)가 부착되며, 상기 기어(17)는 타이밍 벨트(16) 또는 체인으로 연결되며, 다수개의 세라믹 전극봉(10) 중 선택되는 어느 하나의 일단에 상기 다수개의 세라믹 전극봉(10)을 회전하도록 조절수단이 설치되는 것을 특징으로 하는 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기.

청구항 4

제 2항 또는 제 3항에 있어서,

상기 전극리드는 이웃하는 세라믹 전극봉(10)과 아아크 발생을 방지하기 위해 서로 반대 방향으로 엇갈려 구비되는 것을 특징으로 하는 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기.

청구항 5

제 1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전극봉 고정 구조물(15)은 스트리머 방전에 접촉되지 않도록 세라믹 전극봉(10) 내의 금속전극(12)의 경계보다 외측에 위치하는 것을 특징으로 하는 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기.

청구항 6

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 전극봉 고정구조물(15)은 세라믹 전극봉(10) 양단에 회전 지지하도록 부착되는 베어링을 포함하여 구성되며, 상기 세라믹 전극봉(10)의 일단에는 기어(17)가 부착되며, 상기 기어(17)는 타이밍 벨트(16) 또는 체인으로 연결되며, 다수개의 세라믹 전극봉(10) 중 선택되는 어느 하나의 일단에 상기 세라믹 전극봉(10)들을 회전하도록 조절수단이 설치되는 것을 특징으로 하는 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기.

청구항 7

제 3항에 있어서,

상기 조절수단은 마이크로프로세서와 연결되어 회전제어가 가능한 전동모터(19)인 것을 특징으로 하는 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기.

청구항 8

제 6항에 있어서,

상기 조절수단은 마이크로프로세서와 연결되어 회전제어가 가능한 전동모터(19)인 것을 특징으로 하는 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기.

청구항 9

제 3항에 있어서,

상기 세라믹 전극봉(10) 사이에 벨트 또는 체인의 회전장력을 부여하기 위해 가이드 롤러(18)가 설치된 것을 특징으로 하는 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기.

청구항 10

제 6항에 있어서,

상기 세라믹 전극봉(10) 사이에 벨트 또는 체인의 회전장력을 부여하기 위해 가이드 롤러(18)가 설치된 것을 특징으로 하는 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <18> 본 발명은 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 유해가스 유동의 압력손실을 최소화 하고 유동의 흐름 방향에 영향을 받지 않으며 많은 처리 유량 대비 낮은 플라즈마 전력소모를 필요로 하는 가스처리 시스템에 적용 가능한 저 압력손실 및 저 에너지 밀도를 위한 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기에 관한 것이다.
- <19> 폐수처리장, 화학공정, 반도체공정, 연소설비 등 여러 산업 공정이나 자동차의 배기가스들이 대기 중으로 배출되고 있다. 이러한 유해 가스들은 대표적으로 VOCs(volatile organic compounds), PFCs(perfluorocarbons), CFCs(chlorofluoro-carbons), 다이옥신(dioxin), 악취, 기타 무기물들로 인체에 직접적으로 유해할 뿐만 아니라 대기중의 광스모그를 일으키는 원인 물질로 알려져 이에 대한 규제가 각 국에서 시행되고 있다.
- <20> 현재 유해가스에 대한 처리기술로서 소각공법, 촉매공법, 흡착 또는 생물학적 여과공법 등이 실용화되고 있다.
- <21> 특히 자동차 배기가스에 대한 처리기술로서 고온의 열원이 없이도 유해가스를 분해 또는 산화 처리하는 저온 플라즈마 공법이 있다.
- <22> 상기 저온 플라즈마 공법은 고전압 교류전력을 전기적 유전체로 구성된 반응기에 공급함으로써 상압 조건에서

전자와 이온으로 구성된 저온 플라즈마를 발생시키고, 여기서 발생된 일부 에너지가 높은 전자들을 이용하여 유해가스와 화학반응을 일으키도록 하여 유해가스를 처리하는 것이다.

- <23> 이러한 저온 플라즈마 반응기로는 반응기 내의 전극이 다층 평판으로 구성된 평판 유전체 전극 적층형 저온 플라즈마 반응기와 원기둥 적층형 저온 플라즈마 반응기가 널리 알려져 있는데, 상기 다층 평판 전극 반응기는 반응기 내에서 발생된 열이 외부로 전달되기 어려워 운전온도가 상승하는 문제점이 있다.
- <24> 또한 상기 평판 유전체 전극 적층형 저온 플라즈마 발생장치에 관한 국내 출원 제10-2001-0062501호 및 제10-2003-0077053호는 그 부피대비 투입전력이 매우 높기 때문에 저 처리유량·고 에너지 소모를 요구하는 응용 분야에 적합하다.
- <25> 따라서 고 처리유량·저 에너지 소모를 요구하는 응용분야에 있어서 많은 처리 유량에 비해 지나치게 작은 플라즈마 반응기의 부피는 물론이고 수 mm의 높이와 수십 mm의 길이를 갖는 가스 유동층을 통과하는 처리 유체가 겪게 되는 압력손실이 매우 커지게 되어, 이와 같은 고 에너지 밀도 플라즈마 반응기를 고 유량 시스템에 실제로 적용하기에는 많은 문제점을 지니고 있다.
- <26> 이에 따라 저온 플라즈마 발생장치로서 원기둥 적층형 저온 플라즈마 반응기가 유해가스 처리장치에 있어서 보다 유리하다.
- <27> 도 1은 종래기술에 따른 저온 플라즈마 반응기를 나타낸 사시도이다.
- <28> 도면을 참조하여, 종래의 저온 플라즈마 반응기를 살펴보면, 그 구성은 원기둥 유전체 전극 봉이 수직 방향으로 이격되게 설치되는 전극 구조물을 구성하고 이와 같은 전극 구조물을 수평방향 등간격으로 배치하여 이루어진 것으로서, 서로 이웃한 전극 구조물은 서로 다른 극성의 교류 전원에 연결되어 있으며, 처리하고자 하는 가스의 흐름은 중력방향으로 공급되는 것을 주요 내용으로 하고 있다.
- <29> 이와 같은 원기둥 적층형 저온 플라즈마 반응기의 경우에도 원기둥 전극봉의 일측 끝단의 위치가 측면에서 볼 때, 정사각형 혹은 마름모꼴의 꼭지점에 대응되게 배치되어 평판형 저온 플라즈마 발생기와 비교하여 조금 더 큰 부피의 반응기를 만들 수 있겠으나, 처리가스가 상류에서 하류로 유동하면서 원기둥 전극봉을 통과하는 과정에서 하류측의 전극봉과 연속적인 충돌 및 마찰로 인하여 큰 압력손실이 초래되며, 플라즈마 반응기의 오염을 막기 위하여 반드시 처리가스가 중력방향으로 공급되도록 되어 있어 저온 플라즈마 반응기의 설치방향에 대한 융통성(flexibility)이 결여되는 단점을 가지고 있는 실정이다.
- <30> 또한, 상기 종래기술에서는 금속전극과 이를 외부에서 감싸고 있는 세라믹 또는 유리관의 제조방식에 대한 구체적인 언급이 없어 실제로 활용할 경우 금속전극의 산화 및 부식으로 인한 전극의 내구성 결여를 피할 수 없다는 치명적인 결함을 갖고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <31> 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 유해가스 유동의 압력손실을 최소화 하고 유동의 흐름 방향에 영향을 받지 않으며 많은 처리 유량 대비 낮은 플라즈마 전력소모를 필요로 하는 가스처리 시스템에 적용 가능한 저 압력손실 및 저 에너지 밀도를 위한 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기를 제공하는데 있다.

발명의 구성 및 작용

- <32> 본 발명은 상기의 목적을 달성하기 위해 아래와 같은 특징을 갖는다.
- <33> 본 발명은 동일한 중심상에서 이격되게 설치되어 다수의 층을 형성하며 통공을 가지는 세라믹 전극봉과; 상기 세라믹 전극봉의 양단에 위치하여 상기 세라믹 전극봉을 고정하는 전극봉 고정 구조물과; 상기 세라믹 전극봉에 전원을 인가하기 위해 전극리드;를 포함하여 구성하되,
- <34> 상기 세라믹 전극봉은 세라믹 튜브 내주면에 금속전극을 도포하고, 도포된 금속전극의 내주면에 금속전극의 부식, 산화를 방지하도록 글래스층을 코팅 형성하여 구성되며, 상기 전극리드는 전원을 인가하기 위해 상기 금속전극에 전기적으로 연결된다.
- <35> 아울러 본 발명은 동일한 중심상에서 이격되게 설치되어 다수의 층을 형성하는 세라믹 전극봉과; 상기 세라믹 전극봉의 양단에 위치하여 상기 세라믹 전극봉을 고정하는 전극봉 고정 구조물과; 상기 세라믹 전극봉에 전원을 인가하기 위해 전극리드;를 포함하여 구성하되,

- <36> 상기 세라믹 전극봉은 세라믹 튜브 외주면에 홈이 형성되고, 상기 홈에 금속 페이스트가 인쇄되며, 상기 인쇄된 금속 페이스트 외측에 금속 페이스트가 노출되지 않도록 홈의 경계보다 넓게 글래스 페이스트를 인쇄하여 형성되며, 상기 전극리드는 전원을 인가하기 위해 상기 금속 페이스트에 전기적으로 연결된다.
- <37> 아울러 본 발명은 동일한 중심상에서 이격되게 설치되어 다수의 층을 형성하는 세라믹 전극봉과; 상기 세라믹 전극봉의 양단에 위치하여 상기 세라믹 전극봉을 고정하는 전극봉 고정구조물과; 상기 세라믹 전극봉에 전원을 인가하기 위해 전극리드;를 포함하여 구성하되,
- <38> 상기 세라믹 전극봉은 세라믹 봉 또는 세라믹 튜브 외주면에 금속 페이스트를 인쇄하고, 상기 인쇄된 금속 페이스트 외주면에 그린 쉬트가 인쇄되어 형성되며, 상기 전극리드는 전원을 인가하기 위해 상기 금속 페이스트와 전기적으로 연결된다.
- <39> 상기 전극리드는 이웃하는 전극봉과 아아크 발생을 방지하기 위해 서로 반대 방향으로 엇갈려 구비된다.
- <40> 상기 세라믹 전극봉에는 전원을 인가하기 위해 세라믹 전극봉 일단의 통공에 전극캡이 압입되어 내삽되며, 상기 전극캡은 이웃하는 전극봉과 아아크 발생을 방지하기 위해 서로 반대 방향으로 엇갈려 압입되며, 전극캡이 압입되지 않은 타단에는 세라믹캡이 압입되어 내삽된다.
- <41> 상기 전극봉 고정구조물은 스트리머 방전에 접촉되지 않도록 세라믹 전극봉 내의 금속전극의 경계보다 외측에 위치하며, 상기 세라믹 전극봉 고정구조물은 전극봉 양단에 회전 지지하도록 부착되는 베어링을 포함하여 구성되고, 상기 세라믹 전극봉의 일단에는 기어가 부착되며, 상기 기어는 타이밍 벨트 또는 체인으로 연결되며, 다수개의 세라믹 전극봉 중 선택되는 어느 하나의 일단에 상기 세라믹 전극봉들을 회전하도록 조절수단이 설치된다.
- <42> 상기 세라믹 전극봉 사이에 벨트 또는 체인의 회전장력을 부여하기 위해 가이드 롤러가 설치되며, 상기 조절수단은 마이크로프로세서와 연결되어 회전제어가 가능한 전동모터이다.
- <43> 이하, 본 발명에 따른 하나의 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 자세히 설명한다.
- <44> 도 2는 본 발명에 따른 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기의 사시도이고, 도 3은 본 발명의 실시예 1에 따른 세라믹 전극봉의 단면도이며, 도 4는 본 발명에 따른 전극캡과 세라믹캡을 나타내는 단면도이다.
- <45> 도 5는 본 발명에 따른 전극봉 내부의 금속전극 경계면과 전극봉 고정구조물 사이의 위치 개략도이고, 도 6는 본 발명에 따른 세라믹 전극봉과 전극봉 고정구조물 사이의 설치 개략도이며, 도 7은 본 발명에 따른 조절수단, 벨트, 기어와 가이드롤러의 설치개략도이다.
- <46> 도면을 참조하면 본 발명에 따른 저 압력손실 및 저 에너지 밀도를 위한 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기는 다수개의 세라믹 전극봉(10)들이 동일한 중심상에서 서로 다수의 층을 형성하되 상기 세라믹 전극봉(10) 사이에 통공이 형성되고 세라믹 전극봉(10)이 안정적으로 고정되도록 위치하는 전극봉 고정구조물(15)로 이루어진다.
- <47> 상기 세라믹 전극봉(10)은 두께를 갖고 속이 비어있는 세라믹 튜브(11)의 내주면에 금속전극(12)이 도포되어 있으며, 상기 도포된 금속전극(12)이 공기중에 노출되어 야기될 수 있는 전극의 산화 등 손상을 방지하기 위하여 글래스 페이스트(13, glass paste)를 코팅하여 이루어진다.
- <48> 상기 세라믹 전극봉(10)과 이와 이웃하는 세라믹 전극봉(10) 사이의 간격은 저온 플라즈마 반응기를 이용하여 처리하고자 하는 가스의 종류와 농도 등에 따라 수백 μm ~ 수 cm 정도까지 변화 가능하나, 유동의 압력 손실과 투입전력 등을 고려하여 적절히 선택할 수 있다.
- <49> 다수개의 세라믹 전극봉(10)에는 세라믹 튜브(11) 내주면에 도포된 금속전극(12)과 용접되어 외부로 연결될 수 있는 전극리드가 마련되며, 상기 다수개의 세라믹 전극봉(10)은 금속전극 연결 전극리드가 이웃하는 세라믹 전극봉(10)의 전극리드 부분과 서로 반대 방향으로 엇갈리도록 배열된다.
- <50> 또한 상기 세라믹 전극봉(10)에는 전원을 인가하기 위해 세라믹 전극봉(10) 일단의 통공에 전극캡(14)이 압입되어 내삽되며, 상기 전극캡(14)은 이웃하는 세라믹 전극봉(10)과 아아크 발생을 방지하기 위해 서로 반대 방향으로 엇갈려 압입되며, 전극캡이 압입되지 않은 타단에는 세라믹캡(14a)이 압입되어 내삽된다.
- <51> 상기 세라믹캡(14a)은 이웃하는 세라믹 전극봉의 전극캡(14)과 아아크 발생을 방지하기 위해 압입하며 상기 세라믹캡(14a)은 봉 또는 튜브의 형태로 형성될 수 있다.
- <52> 동일 중심상에서 배열된 각 세라믹 전극봉(10)의 금속전극 연결 전극단자들은 고전압 발생기의 일 단자에 동일

하게 병렬 접속된다. 이와 같이 다층으로 구성된 반응기의 통공에 전압의 극성이 변하는 고전압(고주파 교류전원 혹은 양방향 펄스전원 등) 전원이 인가될 경우 미소 방전(micro discharge)에 의한 스트리머(streamer) 형상의 저온 플라즈마 영역이 발생되게 되는 것이다.

- <53> 한편 도 4에서 보는 바와 같이 상기 다수개의 세라믹 전극봉(10)의 양단에 위치하여, 상기 세라믹 전극봉(10)을 고정하기 위하여 마련된 전극봉 고정구조물(15)은 상기 세라믹 전극봉(10) 내의 금속전극(12)의 경계보다 바깥쪽에 위치하도록 하여 상기 전극봉 고정구조물(15)의 경계면 부근에서 스트리머 방전이 일어나지 못하도록 하는 것을 나타내고 있는 것이다.
- <54> 상기와 같이 다수개의 세라믹 전극봉(10)을, 전극봉 고정구조물(15)을 이용하여 이격되게 위치시키는 경우에 도 4에 나타난 바와 같이 직사각형의 단면을 갖는 단위 가스 흐름을 위한 공간이 형성된다.
- <55> 이 경우 좌측의 세라믹 전극봉(10)과 우측의 세라믹 전극봉(10)에서 각각의 금속 전극(12)이 수평으로 마주보이는 공간에서만 스트리머 방전이 일어나게 되며, 도 4에서 알 수 있듯이, 본 발명에 의한 구성의 중요한 특징 중 하나는 처리하고자 하는 가스의 흐름이 있는 공간과 스트리머 방전이 일어나는 공간이 일치하지 않도록 구성된다는 점이다.
- <56> 즉 전극봉 고정구조물(15)의 반응기 내측 경계면이 하나의 세라믹 전극봉(10) 내의 금속전극(12)의 경계보다 수 mm 바깥쪽에 위치하도록 하여 원기둥 전극 고정구조물 내측 경계면 부근에서 스트리머 방전이 일어나지 못하도록 하는 것이다.
- <57> 도 5에 보는 바와 같이 본 발명에 의한 구성의 또 다른 특징은 상기의 세라믹 전극봉(10)을 상기의 전극봉 고정구조물(15)에 고정함에 있어서, 세라믹 전극봉(10)과 전극봉 고정구조물(15) 사이의 결합은 베어링을 사용하여 이루어지게 된다.
- <58> 도 6에서 보는 바와 같이, 베어링을 통하여 전극봉 고정구조물(15)에 부착된 세라믹 전극봉(10)의 일측면에 기어(17)가 부착되게 되며, 다수개의 세라믹 전극봉(10) 중 선택되는 어느 하나의 일단에 상기 세라믹 전극봉(10)들을 회전시킬 수 있도록 조절수단이 설치된다.
- <59> 물론 전극봉 고정 구조물의 한쪽 가장자리에 자유롭게 회전할 수 있는 기어(17)가 부착된 조절 수단을 설치할 수 있다.
- <60> 이와 같이 배열된 기어(17)들은 타이밍벨트(16) 또는 체인으로 연결되며, 전극봉 고정구조물(15)의 한쪽 가장자에 위치한 조절 수단을 조절하여 세라믹 전극봉(10)을 임의대로 회전시킬 수 있으며, 상기의 조절수단으로 전동모터(19)를 설치하면 마이크로프로세서를 통하여 회전제어를 할 수 있다.
- <61> 이 때 나란하게 늘어선 세라믹 전극봉(10)에 부착된 기어(17)들과 타이밍벨트(16) 또는 체인의 완전한 결합을 위하여 전극봉 고정 구조물(15)에서 이웃한 세라믹 전극봉(10) 사이의 위치에 도 6에 나타난 바와 같이 가이드롤러(18)를 위치시킨다.
- <62> 이를 통하여 각각의 기어(17)에 타이밍벨트(16) 또는 체인이 완전히 밀착될 수 있는 장력을 전달할 수 있다.
- <63> 상기 세라믹 전극봉(10)은 세라믹튜브(11) 내주면에 금속전극(12)을 도포하고 글래스 페이스트를 코팅하여 제조한다.
- <64> 이를 위해 인쇄를 통하여 수 ~ 수백 μm 두께의 금속 페이스트를 금속 전극(12)을 위치시키기 원하는 면에 도포하고, 100~200℃에서 0.1~1시간 유지시켜 상기 금속 페이스트에 포함된 유기 용제를 제거하게 되며, 이후에 400~500℃에서 0.5~1시간 유지시켜 상기 금속 페이스트에 포함된 유기 고분자를 제거한 뒤 상기의 금속 페이스트가 도포된 일측면에서 외부로 연결 가능한 전극리드 부분을 용접 처리한다.
- <65> 그런 다음 상기의 금속 페이스트가 도포된 면 보다 약간 넓은 영역에 수 ~ 수백 μm 두께의 글래스 페이스트를 인쇄하고 상기의 열처리 과정과 동일하게 100~200℃에서 0.1~1시간 유지시켜 페이스트에 포함된 유기 용제를 제거하게 되며, 이후에 400~500℃에서 0.5~1시간 유지시켜 페이스트에 포함된 유기 고분자를 제거한 뒤 700~900℃의 노(furnace)에서 1~2시간 동안 용착시킨다.
- <66> 이 때 금속전극(12)의 재질은 구리, 은, 금, 텅스텐 등 각종 전도성 금속 페이스트를 선택할 수 있다.
- <67> 도 8은 본 발명의 실시예 2에 따른 세라믹 전극봉의 단면도이다.
- <68> 도면을 참조하면, 세라믹 전극봉(10)은 세라믹 튜브(11) 외주면에 홈이 형성되고, 상기 홈에 금속 페이스트가

인쇄되며, 상기 인쇄된 금속 페이스트 외측에 금속 페이스트가 노출되지 않도록 홈보다 넓게 글래스 페이스트를 인쇄하여 형성되며, 상기 전극리드는 전원을 인가하기 위해 상기 금속 페이스트에 전기적으로 연결된다

<69> 이를 위해 두께를 가지는 세라믹 튜브(11)의 외경에 음각된 홈을 가공하고 상기의 음각 홈에 금속 페이스트를 인쇄하고 인쇄면이 노출된 상태에서 100~200℃에서 0.1~1시간 유지시켜 금속 페이스트에 포함된 유기 용제를 제거하게 되며, 이후에 400~500℃에서 0.5~1시간 유지시켜 금속 페이스트에 포함된 유기 고분자를 제거한 뒤 상기 금속 페이스트의 열처리가 끝난 후 상기의 금속 페이스트가 도포된 일측면에 외부로 연결 가능한 전극리드 부분을 용접 처리한다.

<70> 이후에 음각홈의 경계보다 넓게 글래스 페이스트를 금속 페이스트의 위에 인쇄하고 인쇄면이 노출된 상태에서 100~200℃에서 0.1~1시간 유지시켜 글래스 페이스트에 포함된 유기 용제를 제거하게 되며, 이후에 400~500℃에서 0.5~1시간 유지시켜 글래스 페이스트에 포함된 유기 고분자를 제거한 뒤 700~900℃의 노(furnace)에서 1~2시간 동안 글래스 페이스트를 소성시켜 제조한다.

<71> 이와 같은 과정을 통하여 생산된 세라믹 전극봉(10)에서는 마지막에 처리된 글래스 페이스트부분이 전체 유전체 방전에 있어서 유전체로서 작용하게 되며, 세라믹봉(21)의 외부 가공이 비교적 용이한 점을 들어 금속전극(12)의 패터닝이 가능한 장점을 가지고 있다.

<72> 도 9은 본 발명의 실시예 3에 따른 세라믹 전극봉의 단면도이다.

<73> 도면을 참조하면, 상기 세라믹 전극봉(10)은 세라믹 봉(21) 또는 세라믹 튜브(11) 외주면에 금속 페이스트를 인쇄하고, 상기 인쇄된 금속 페이스트 외주면에 그린 쉬트(22)가 인쇄되어 형성되며, 상기 전극리드는 전원을 인가하기 위해 상기 금속 페이스트와 전기적으로 연결된다.

<74> 상기의 유전체 장벽 방전방식 원기둥 적층형의 저온 플라즈마 반응기의 세라믹 전극봉(10)을 구성하는데 있어서, 내측의 세라믹 봉(21)이 필요하며, 소성단계 이전의 세라믹 재료인 그린 쉬트(22)에 원하는 패턴의 금속전극 모양으로 금속 페이스트를 인쇄하고 인쇄면이 노출된 상태에서 100~200℃에서 0.1~1시간 유지시켜 페이스트에 포함된 유기 용제를 제거하게 되며, 이후에 400~500℃에서 0.5~1시간 유지시켜 페이스트에 포함된 유기 고분자를 제거한 뒤 상기의 경화되지 않은 금속 전극이 인쇄된 그린 쉬트(22)를 금속 전극(12)이 인쇄된 면으로 세라믹 튜브(11) 혹은 세라믹 봉(21)에 감싸고, 상기의 금속전극(12)이 인쇄된 세라믹 그린쉬트(22)가 감싸진 세라믹 튜브(11) 또는 세라믹 봉(21)을 동시에 소성하여 금속부를 세라믹 내부에 완전히 함침시켜 제조한다.

발명의 효과

<75> 이상과 같은 본 발명에 의하면, 유전체 장벽 방전방식의 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기에 의한 유동압력 손실을 현저하게 감소시킬 수 있으며, 세라믹 재질과 금속전극이 공기층 없이 완전 밀착 접합되어 세라믹과 금속 전극사이의 방전 현상에 의한 유전체의 파괴나 금속전극의 산화 등 손상요인을 근본적으로 차단하며, 세라믹 전극봉을 일정 운전시간 간격으로 회전시킬 수 있어 전체적인 반응기의 내구성 향상을 꾀할 수 있다.

<76> 또한 처리가스의 유동방향에도 구애받지 않는 장점을 가지고 있어 가스 처리 응용분야에 유연하게 대처할 수 있다.

<77> 아울러 세라믹 전극봉이 이격되어 고정된 하나의 구조물을 저온 플라즈마 반응기로 구성하여 넓은 단면의 덕트 내에 원하는 플라즈마 전력을 투입함에 있어서 유동 압력손실이 수 mmAq 정도가 되도록 운전할 수 있도록 하였으며, 세라믹 전극봉을 전극봉 구조물에 부착할 때 베어링을 이용하고, 전극봉의 일측면에 기어를 설치하여 하나의 타이밍벨트 혹은 체인을 이용하여 용이하게 회전 가능하도록 함으로써, 지속적으로 전기적 방전에 노출되는 유전체 면을 세라믹 전극봉 전체 표면에 고르게 분산시킬 수 있어 유전체의 내구성을 극대화 할 수 있다.

<78> 또한 전극봉의 금속면과 유전체면 사이에 공기층을 완전히 제거함으로써 세라믹 전극봉 내부에서 발생될 수 있는 전기 방전을 근본적으로 차단하여 유전체 및 금속전극의 내구성을 극대화 할 수 있다.

<79> 게다가 세라믹 전극봉과 전극봉 고정구조물을 구성할 때, 가스가 흐르는 공간과 스트리머가 발생하는 영역을 달리하여 전극봉 고정 구조물의 가스흐름이 있는 내측 면 부분에서 스트리머가 발생되지 않도록 하여 스트리머와 유전체의 접촉에 의한 유전체의 절연파괴를 막는 효과가 있다.

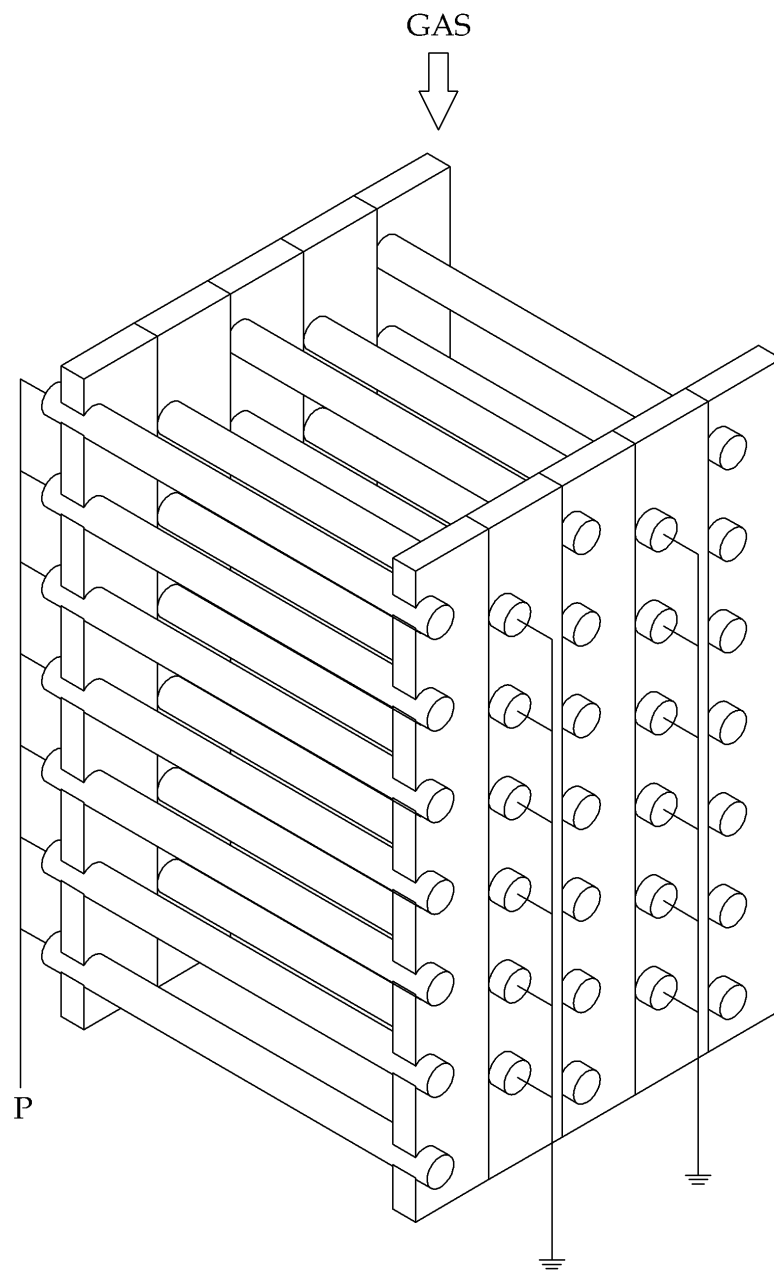
도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 종래의 저온용 플라즈마 발생 튜브 반응기의 사시도.

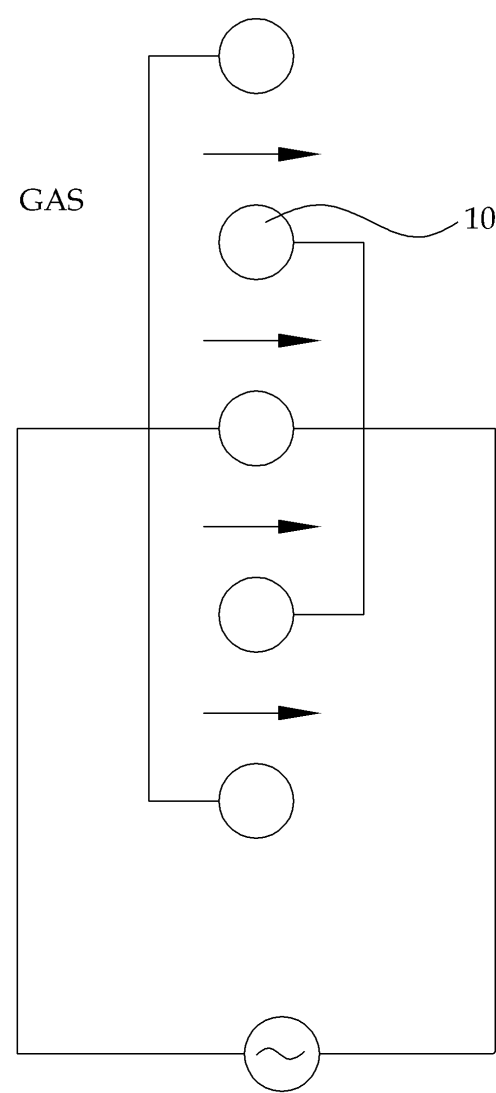
- | | | |
|------|---|-------------|
| <2> | 도 2는 본 발명에 따른 저온용 플라스마 발생 튜브 반응기의 사시도. | |
| <3> | 도 3은 본 발명의 실시예 1에 따른 세라믹 전극봉의 단면도. | |
| <4> | 도 4는 본 발명에 따른 전극캡과 세라믹캡을 나타내는 단면도. | |
| <5> | 도 5는 본 발명에 따른 전극봉 내부의 금속전극 경계면과 전극봉 고정구조물 사이의 위치 개략도. | |
| <6> | 도 6는 본 발명에 따른 세라믹 전극봉과 전극봉 고정구조물 사이의 설치 개략도. | |
| <7> | 도 7은 본 발명에 따른 조절수단, 벨트, 기어와 가이드롤러의 설치개략도 | |
| <8> | 도 8은 본 발명의 실시예 2에 따른 세라믹 전극봉의 단면도. | |
| <9> | 도 9은 본 발명의 실시예 3에 따른 세라믹 전극봉의 단면도. | |
| <10> | <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명> | |
| <11> | 10 : 세라믹 전극봉 | 11 : 세라믹 튜브 |
| <12> | 12 : 금속전극 | 13 : 글래스층 |
| <13> | 14 : 전극캡 | 14a : 세라믹캡 |
| <14> | 15 : 고정구조물 | 16 : 타이밍벨트 |
| <15> | 17 : 기어 | 18 : 가이드롤러 |
| <16> | 19 : 전동모터 | 21 : 세라믹봉 |
| <17> | 22 : 그린시트(green sheet, 소성전의 세라믹재료) | |

도면

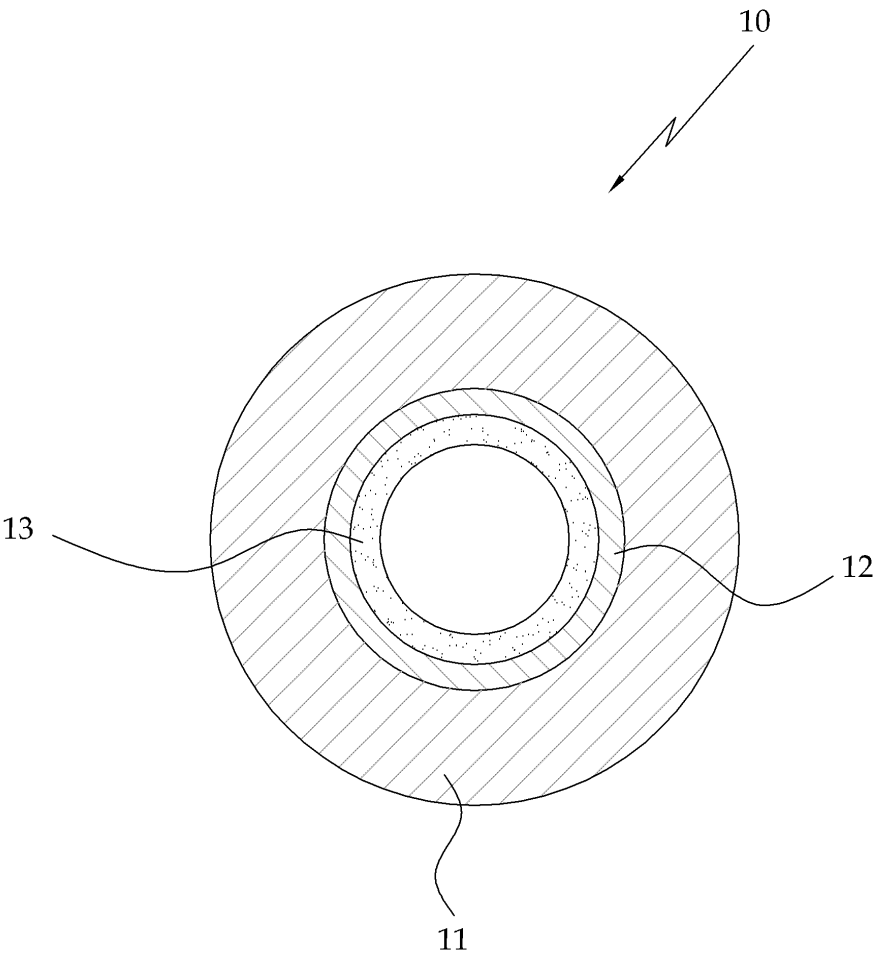
도면1



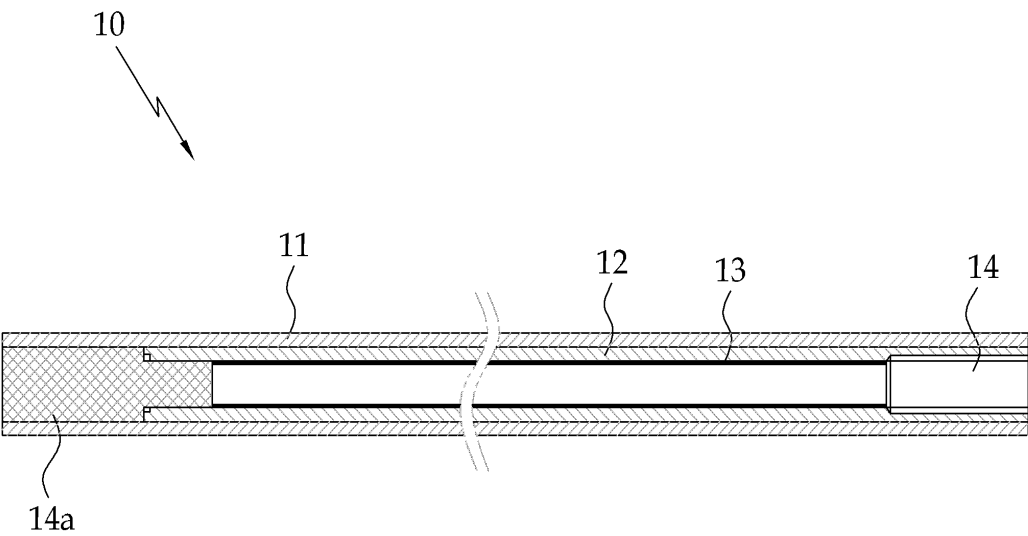
도면2



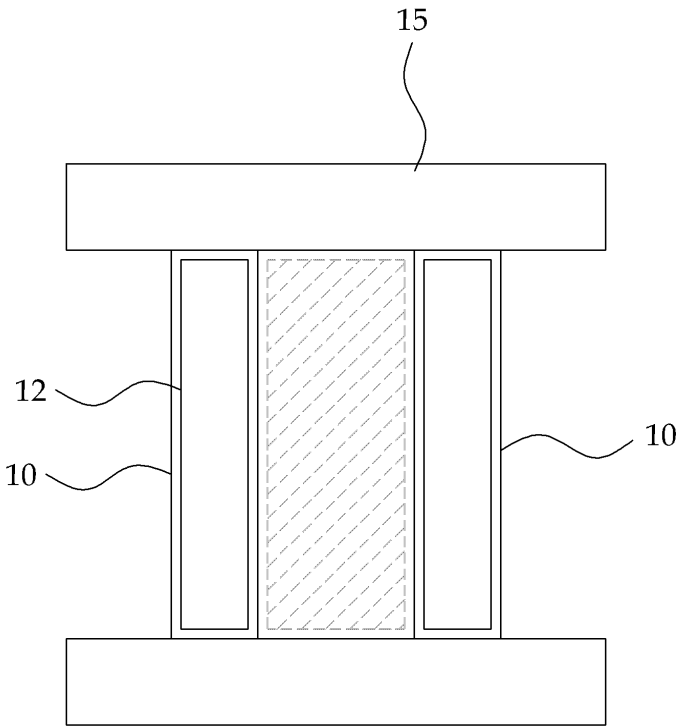
도면3



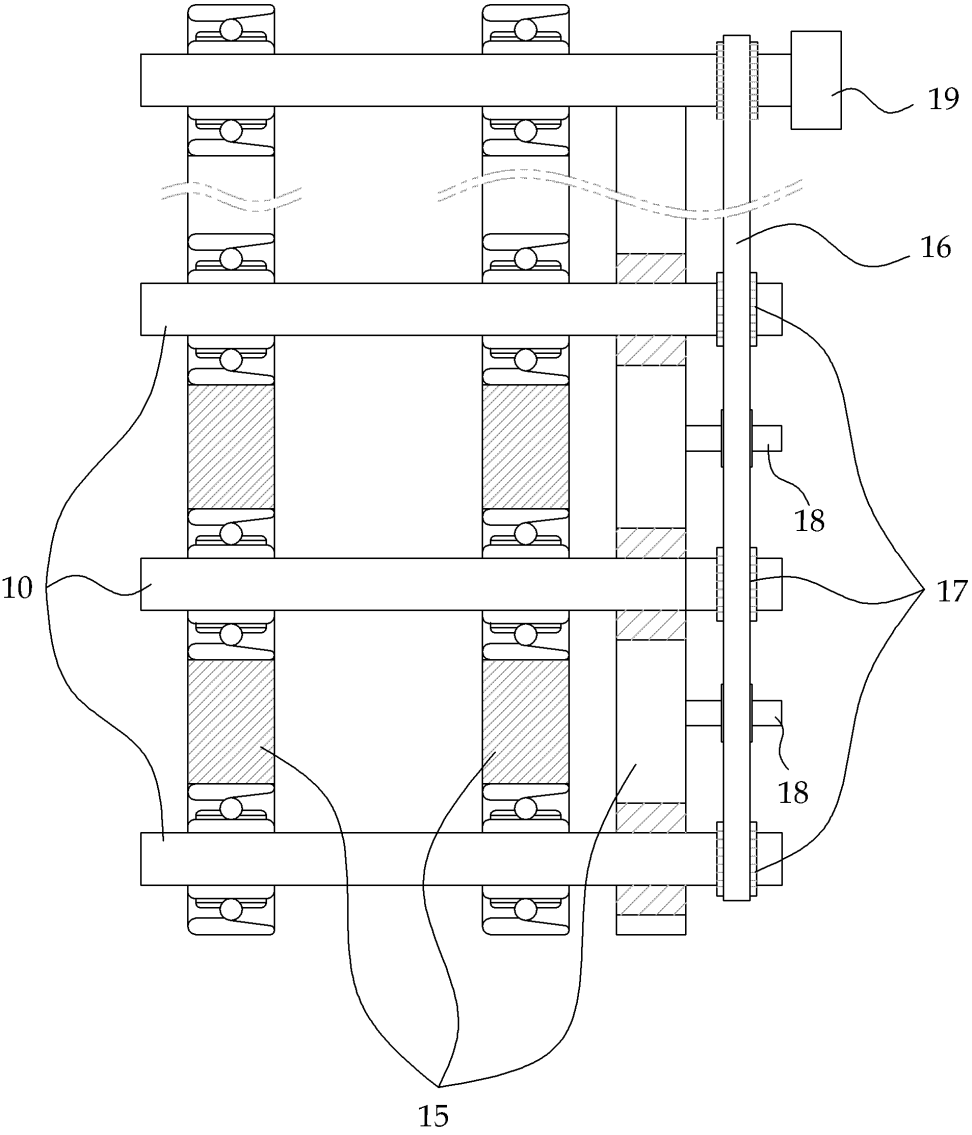
도면4



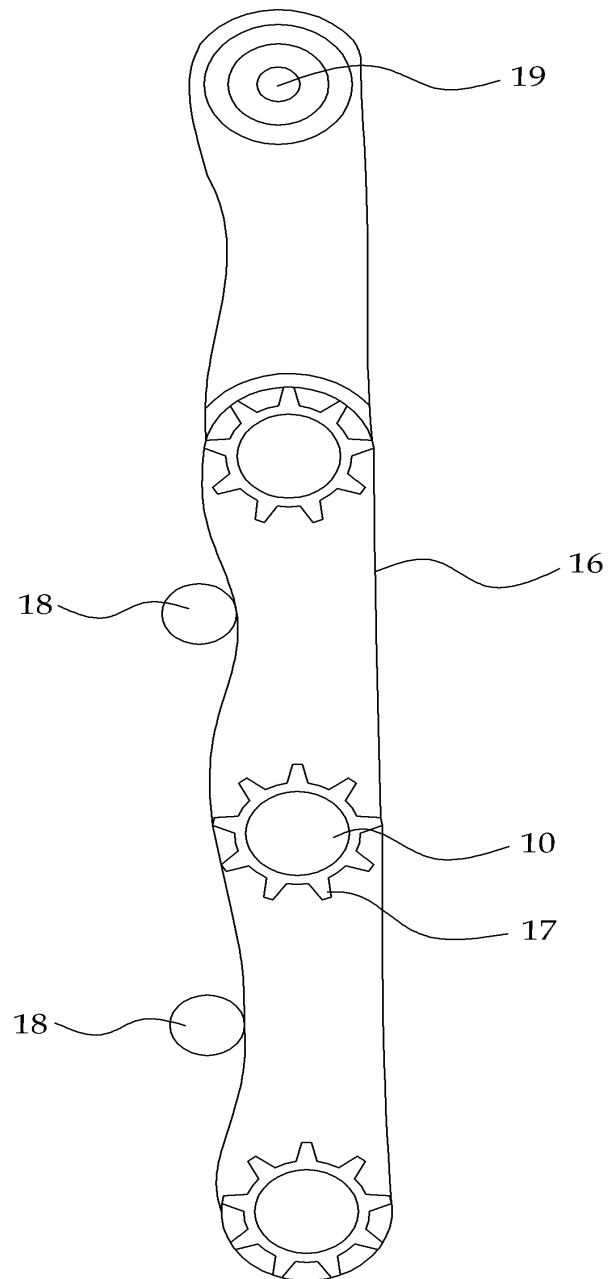
도면5



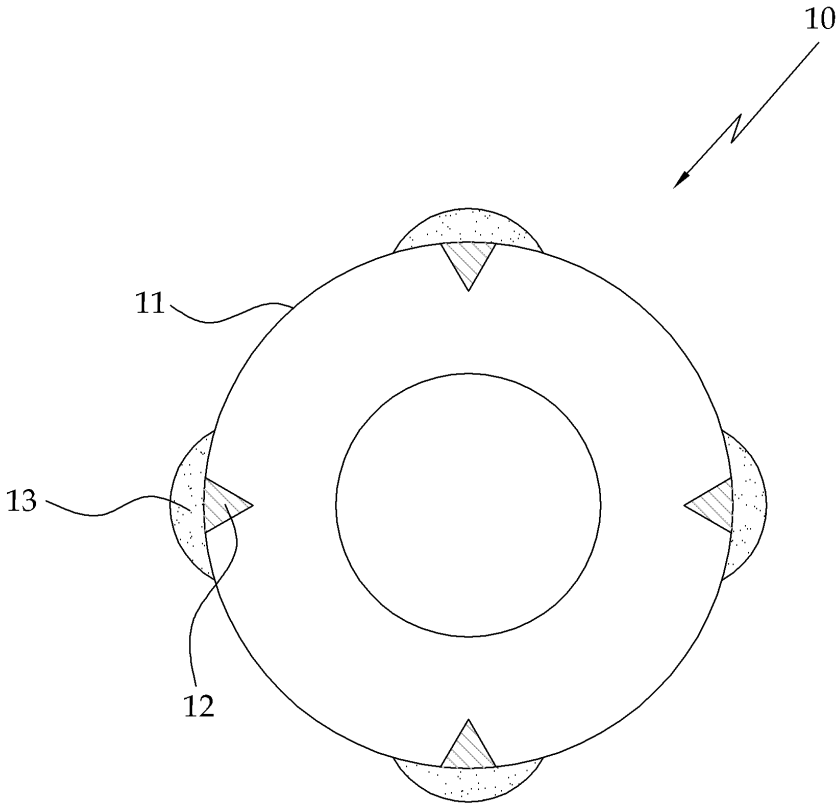
도면6



도면7



도면8



도면9

